

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-81430

(43) 公開日 平成7年(1995)3月28日

(51) Int.Cl.⁶

B 6 0 K 1/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 4 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-253619

(22) 出願日 平成5年(1993)9月17日

(71) 出願人 591025163

国立環境研究所長

茨城県つくば市小野川16-2

(72) 発明者 清水 浩

茨城県つくば市小野川16-2 国立環境研
究所内

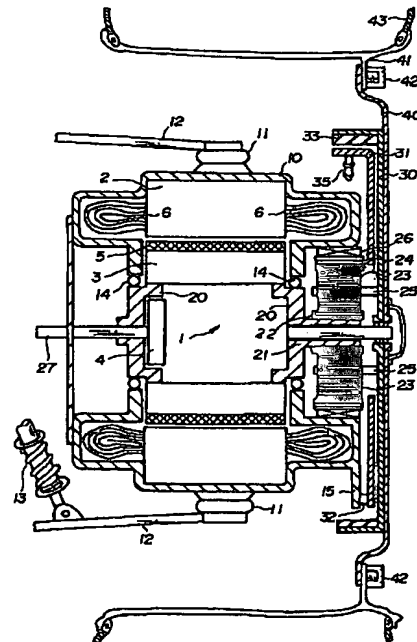
(74) 代理人 弁理士 杉谷 嘉昭 (外1名)

(54) 【発明の名称】 電気自動車の駆動装置

(57) 【要約】

【目的】 電気モータと車輪との間に減速機構は設けられているが、軽量で、且つ全体の効率の良い電気自動車の駆動装置を提供する。

【構成】 インナーロータ型の直流モータ1によって、減速機構を介して車輪のハブ40を駆動するようにする。前記減速機構を、インナーロータ型の直流モータ1の回転軸21に取り付けられているサンギヤ22、このサンギヤ22と噛み合うプラネタリーギヤ23、23、…、このプラネタリーギヤ23、23、…が噛み合うリングギヤ24とから構成し、プラネタリーギヤ23、23、…のキャリア25、25、…をブレーキドラム30に結合すると共に、ブレーキドラムには車輪のハブ40を直結する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気モータによって、減速機構を介して車輪が駆動されるようになっている電気自動車の駆動装置であって、

前記減速機構は、電気モータの回転軸に取り付けられているサンギヤ、このサンギヤと噛み合うブラネタリーギヤ、このブラネタリーギヤが噛み合うリングギヤとからなり、前記ブラネタリーギヤあるいはリングギヤの出力軸は機械式のブレーキ用回転体に結合されていると共に、前記ブレーキ用回転体には車輪のハブが直結されていることを特徴とする電気自動車の駆動装置。

【請求項2】 請求項1記載の電気モータは、ブラシレス直流モータあるいは誘導モータの、インナーロータ型である、電気自動車の駆動装置。

【請求項3】 請求項1または2記載のブレーキ用回転体と協働するブレーキシューのアンカーピンあるいはディスクブレーキのキャリバーボディ等の静止部材は、電気モータの電機子が固定されている外枠に接続されている、電気自動車の駆動装置。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかの1項に記載の電気モータの電機子の外枠は、ボールジョイントを介してサスペンションアームに取り付けられている、電気自動車の駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電気モータによって減速機構を介して車輪が駆動されるようになっている電気自動車の駆動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 内燃機関の代わりに電気モータを備えた電気自動車の駆動装置は、従来から色々提案されている。例えば電気モータを車輪の内部に組み込んだインホイールモータ駆動方式、このインホイールモータ駆動方式において電気モータの回転軸と車両の回転軸との間に自動変速機を設けた駆動装置、巻線式のアウターロータ型の直流モータのロータに車輪のリムを直結した直流モータ型ダイレクト駆動方式、この直流モータ型ダイレクト駆動方式と略同じ構造をし、モータがブラシレス直流モータであるいわゆるブラシレス直流モータ型ダイレクト駆動方式等が提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記のいずれの駆動方式によっても電気自動車を駆動することはできる。特にインホイール駆動方式は、駆動系が車輪の中に収納されているので、車体側の有効な空間を広げることができ、また車体重量も比較的軽くすることができる等の利点は認められる。またダイレクト駆動方式によると車体重量を小さくすることもできる。しかしながら、従来の駆動方式には色々な問題点もある。例えば、インホイールモータ駆動方式による直流モータ型ダイレクト駆動方式の

ような電気モータによって直接車輪を駆動するダイレクト駆動方式は、充分な駆動力は得られるにしても、加速時と回生時におけるモータのエネルギー効率を高くすることができず、発進・停止が頻繁に必要な市街地走行での1充電当たりの走行距離が伸びないという欠点がある。これに対し、電気モータの回転軸と車両の回転軸との間に自動変速機を設けると、加・減速時のモータのエネルギー効率はよくなるが自動変速機の重量が大きく、駆動装置全体の効率は悪くなる。したがって、本発明は電気モータと車輪との間に減速機構は設けられているが、軽量で、且つ全体の効率の良い電気自動車の駆動装置を提供することを目的としている。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記目的を達成するために、電気モータによって、減速機構を介して車輪が駆動されるようになっている電気自動車の駆動装置であって、前記減速機構は、電気モータの回転軸に取り付けられているサンギヤ、このサンギヤと噛み合うブラネタリーギヤ、このブラネタリーギヤが噛み合うリングギヤとからなり、前記ブラネタリーギヤあるいはリングギヤの出力軸はブレーキ用回転体に結合されていると共に、前記ブレーキ用回転体には車輪のハブが直結されている。請求項2記載の発明は、請求項1記載の電気モータがブラシレス直流モータあるいは誘導モータの、インナーロータ型であり、請求項3記載の発明は、請求項1または2記載のブレーキ用回転体と協働するブレーキシューのアンカーピンあるいはディスクブレーキのキャリバーボディ等の静止部材は、電気モータの電機子が固定されている外枠に接続され、そして請求項4記載の発明は、請求項1～3のいずれかの1項に記載の電気モータの電機子の外枠は、ボールジョイントを介してサスペンションアームに取り付けられている。

【0005】

【作用】 例えばアクセルペダルを踏む。そうすると、踏み込んだ量に比例して、モータのコイルに通電される。そうするとモータの回転軸が回転し、サンギヤが回転する。サンギヤが回転するので、サンギヤと噛み合っているブラネタリーギヤは、リングギヤ24と噛み合いながらサンギヤの周りを決められた減速比で公転する。したがって、ブラネタリーギヤの出力軸によりブレーキ用回転体が回転駆動される。ブレーキ用回転体と一体の車輪のハブも徐々に回転し、電気自動車はゆっくりと発車する。踏み込んだ量に比例して、回転軸の回転数が上がり加速される。アクセルペダルを離し、ブレーキペダルを踏むと、回生制動がかかり、モータから回生電流が流れて電池に再充電される。緊急時には機械式ブレーキ回転体に制動がかかる。

【0006】

【実施例】 本発明は色々な形で実施することができる。例えば電気モータには誘導モータも適用できるし、ブラ

シレス直流モータで実施することもできる。またブレーキには構造的に単純なドラムブレーキ、制動効果の高いディスクブレーキ等が適用される。ドラムブレーキで実施するときは、ブレーキシューはアンカーピンで、そしてディスクブレーキで実施するときは摩擦パッドを保持しているキャリバーボディは、車体側の部材にそれぞれ固定される。本実施例では、これらのブレーキシューおよびキャリバーボディは、電気モータを固定している外枠に直接あるいはステイを介して取り付けられている。本発明は乗用車にもトラックにも適用できる。本実施例の電気自動車も、アクセルペダルを備えている。そしてこのアクセルペダルを踏むと、踏み込んだ量に比例してモータに電流が流れるようになっている。またブレーキペダルも備え、このブレーキペダルを踏むと回生制動がかかり、さらに踏み込むと機械的な制動がかかるようになっている。しかしながら、これらのペダル類の具体的な例は図には示されていない。また、以下の実施例の説明から明らかなように、モータの出力をブラネタリーギヤから取り出す代わりに、リングギヤから取ることもできる。しかしながら、この例も図には示されていない。以上のように、本発明は色々な形で実施することができるが、以下機械式のドラムブレーキを備え、そしてブラシレス直流モータを車輪の内部に組み込んだインホイール駆動方式モータの出力を、ブラネタリーギヤから取り出した実施例を、図1により説明する。

【0007】本実施例に係わる駆動装置は、図1に示されているように、ブラシレス直流モータ1を備えている。このブラシレス直流モータ1は、固定子である電機子2を外周部に、そして内側に界磁3を有する。界磁3には希土類元素から形成されている永久磁石5が固定されている。またブラシレス直流モータ1はエンコンダ4も備えている。このエンコンダ4により、界磁3の位置が検出され、その位置に応じて電機子2のコイル6、6に給電される。電機子2は、外枠10内に固定されている。そして外枠10はボールジョイント11、11を介してサスペンションアーム12、12に取り付けられている。サスペンションアーム12、12の端部は、車体を支持しているので固定部材である。したがって外枠10内に固定されている電機子2は固定され、電機子2と対をなす界磁3が回転することになる。なお、図中の符号13はショックアブソーバを示している。

【0008】外枠10は、電機子2とコイル6、6とを包むようにして半径中心方向に延び、その先端部は軸受部14、14となっている。そしてこの軸受部14、14によって、界磁3を支持している回転部材20が回転自在に軸受けされている。回転部材20の一方からは回転軸21が一体的に延び、この回転軸21に減速機構を構成しているサンギヤ22が固定されている。減速機構は、上記のサンギヤ22と、このサンギヤ22に噛み合いサンギヤ22の周りを公転する複数のブラネタリー

ギヤ23、23、…と、ブラネタリーギヤ23、23、…が公転するように噛み合っているリングギヤ24とから構成されている。そしてブラネタリーギヤ23、23、…のキャリア25、25、…は、ブレーキドラム30を回転駆動するように、このブレーキドラム30に取り付けられている。リングギヤ24は、摩擦部材26を介して外枠10に固定されている。したがってブレーキドラム30は、ブラネタリーギヤ23、23、…の公転によりキャリア25、25、…により減速されて回転駆動されることになる。

【0009】ブレーキドラム30と対をなすブレーキシュー31は、ブレーキドラム30の内側に設けられ、その端部はアンカーピン32により外枠10のステー15に取り付けられている。このブレーキシュー31は、流体シリンダ35で拡張されブレーキドラム30のブレーキパッド33に接し制動がかかる。車輪のハブ40は、ブレーキドラム30に同心状に固定されている。そしてこの車輪のハブ40にはホイール41がボルト42、42、…でタイヤ40が取り付けられている。ホイール41の外周部には、周知のようにタイヤ43が取り付けられている。

【0010】次に上記実施例の作用について説明する。例えばアクセルペダルを踏む。そうすると、踏み込んだ量に比例して、ブラシレス直流モータ1のコイル6、6に電流が通電される。そうすると界磁3は、軸受部14、14により外枠10に対して軸受けされているので、車軸27の周りを回転する。これと一体の回転軸21も車軸27の周りを回転する。したがって、サンギヤ22が回転する。サンギヤ22と噛み合っているブラネタリーギヤ23、23、…は、リングギヤ24の周りを決められた減速比で公転する。したがって、ブラネタリーギヤ23、23、…のキャリア25、25、…によりブレーキドラム30は回転駆動される。ブレーキドラム30と一体の車輪のハブ40も徐々に回転し、電気自動車はゆっくりと発車する。踏み込んだ量に比例して、界磁3のトルクが上がり加速される。アクセルペダルを離し、例えばブレーキペダルを踏む。そうすると回生制動がかかり、ブレーキペダルの踏み込み量に応じてブラシレス直流モータ1より回生電流が流れて電池に再充電される。それに伴って電気自動車は減速あるいは停止する。以下前述したようにして発車、走行、停車する。緊急時にさらにブレーキペダルを踏み込むと、流体シリンダ35に例えば圧縮空気が供給されブレーキシュー31がブレーキパッド33に接し、機械的な制動がかかる。

【0011】本実施例によると、色々な効果が得られるが、以下ブラシレス直流モータを使用した場合の効果を、数式を用いて説明する。一般に、ブラシレス直流モータの効率 η_s は次式(1)で表される。

$$\eta_s = 1 / (1 + AT/n + Bn^{0.8}/T) \quad (1)$$

上式において、Aは巻線抵抗とトルク定数に依存するモ

5

ータの定数、Bはモータの鉄損に依存するモータの定数である。またTはモータのトルク、nは回転数である。なお、式(1)の分母の第2項の「AT/n」は銅損に基づくもので、また第3項の「Bn^{0.6}/T」鉄損に基

$$\eta_0 = 1 / (1 + AT/nN + Bn^{0.6}N/T) \quad (2)$$

ここでNは駆動輪の数である。

【0012】本実施例において駆動系の効率 η_n は、ブラシレス直流モータの効率 η_n にサンギヤ、プラネタリ ※

$$\eta_n = \eta_0 / \{1 + AT/(nNi^2) + B(ni)^{0.6}N/(i/T)\} \quad (3)$$

で与えられる。ここでiはギヤ比である。一般に減速機構の効率 η_c は、1にかなり近い値となる。電気自動車のモータが特に加速状態であったり、時速40km程度の低速走行においては、モータの鉄損は銅損よりかなり小さい。したがって、(2)、(3)式における効率 η_0 、 η_n は銅損が主である。(2)、(3)式の銅損を比較すると、すなわち従来の駆動方式の銅損と本実施例の銅損とを比較すると、本実施例の銅損はギヤ比iの2乗分だけ小さい。したがって、巻線抵抗とトルク定数に依存するモータの定数Aと、駆動輪の数Nとが同一であれば、本実施例の銅損は従来の駆動方式の銅損の1/i²となる。また(2)、(3)式において同じ銅損になるようにすると、(3)式の巻線抵抗とトルク定数に依存するモータの定数Aまたは駆動輪の数Nを小さくすることができる。このことは、ブラシレス直流モータのサイズを小さくすること、または駆動輪の数Nを減らすこと☆

6

*づくものである。インホイールモータ駆動方式の電気自動車においてブラシレス直流モータの回転軸を車輪に直接接続した従来の駆動方式の効率 η_0 は、(1)式を変形して次式(2)で表される。

※一ギヤ23、23、…、リングギヤ24等からなる減速機構の効率 η_c を掛け合わせて次式(3)

☆が可能であることを示している。すなわち本実施例によると、従来の駆動方式に比較してブラシレス直流モータのサイズを小さくすることができ、または駆動輪の数Nを減らすことができることを意味している。

【0013】今具体的な例として(2)式に対応する電気自動車と、(3)式に対応する本実施例の電気自動車について検討する。これらの電気自動車に搭載されるモータは共にブラシレス直流モータとし、これらのモータの個数、ギヤ比等はそれぞれ表1に示すものとする。表1においてモータ(2)は(2)式に対応し、モータ(3)は(3)式に対応し重量は略同一とする。また、電気自動車に搭載されるモータは、(2)式に対応する電気自動車には4個、(3)式に対応する本実施例の電気自動車には2個とする。本実施例の電気自動車のギヤ比は4.4とした。

表1 (モータの特性)

	モータ(2)	モータ(3)
トルク定数(Nm/A)	1.96	0.3822
一相当りの電機子抵抗(Ω)	0.0675	0.0064
漂遊付加損	1.15	1.15
無負荷損失係数	0.00477	0.0012
1		
コントローラ損失-1 (電流の自乗に比例)	0.0156	0.0078
コントローラ損失-2(電流に比例)	9.02	4.51
電池の回生時内部抵抗(Ω)	1.112	0.556
電池の放電時内部抵抗(Ω)	0.864	0.432
最大電流(A)	212	480
電池電圧(V)	329	329
ギヤ比	1	4.4
ギヤの伝達効率	1	0.95
モータ個数	4	2

【0014】上記条件のモータを、電池重量が531kg、4人乗りの電気自動車に搭載するものとする。また車体の総重量は(2)式に対応する電気自動車に比較して本実施例に係わる電気自動車の総重量は、モータおよびコントローラが4個から2個に減った分だけ軽くなっ☆

☆たものとする。このような条件の下でそれぞれの電気自動車の仕様の例を表2に示す。なお、表2において車両(2)は、モータ(2)を、そして車両(3)はモータ(3)を搭載した電気自動車とする。

表2 (電気自動車の特性)

車両(2) 車両(3)

7		8
前面投影面積 (m ²)	1.83	1.83
空気抵抗係数	0.25	0.25
転がり摩擦係数	0.0072	0.0072
回転部分相当重量	1.03	1.025
タイヤ直径 (m)	0.633	0.633
総重量 (kg)	1660	1560
電池のエネルギー密度 (Wh/kg)	56.7	56.7
電池重量 (kg)	531.2	531.2
電池の種類	NiCd	NiCd

【0015】表2の仕様に基づき、それぞれの電気自動 10* 計算し、次の表3に示す。
車の1充電当たりの走行距離、加速性能、最高速度等を*

表3 (電気自動車の性能)

	車両(2)	車両(3)
40 km/h 定速走行時の1充電走行距離	557 km	566 km
100 km/h 定速走行時の1充電走行距離	272 km	264 km
4モードパターン速走行時の1充電走行距離	232 km	349 km
10モードパターン速走行時の1充電走行距離	198 km	306 km
0から50 km/h までの加速時間	4.65 s	4.75 s
0から400 m 走行に要する時間	17.9 s	17.4 s
最高速度	166 km/h	188 km/h

上記表3から明らかなように、定速走行時には一充電当たりの走行距離において両車両(2)、(3)の間に格別差はないが、パターン走行において性能に大きな差が出る事が理解される。その理由は、銅損の大きさが特に影響を与える加速および回生の条件では、本実施例の駆動方式の効率が大きいためである。また従来のブラシレス直流モータを車輪に直結する方式と比較して、モータ数を減らすことができる経済的な効果もある。

【0016】

【発明の効果】以上のように、請求項1記載の発明によると、車輪を駆動する減速機構が、電気モータの回転軸に取り付けられているサンギヤ、このサンギヤと噛み合うブラネタリーギヤ、このブラネタリーギヤが噛み合うリングギヤとから構成されているので、駆動装置の効率を高めることが可能で、従来の方式と比較して駆動用のモータ数を減らすことができる。また軽量のモータを適用することもできる。さらには、ブラネタリーギヤの出力軸は機械式のブレーキ用回転体に結合されていると共に、ブレーキ用回転体には車輪のハブが直結されているので、構造が簡単で軽量で、電気エネルギーの消費も少なく済む利点もある。請求項2記載の発明によると、上記効果に加えて電気モータがインナーロータ型であるので、アウターロータ型の電気モータと比較して同じ重量で銅損を小さくできる効果が得られる。さらには請求項3記載の発明によると、ブレーキシューのアンカーピン

あるいはディスクブレーキのキャリパーボディ等の静止部材は、電気モータの電機子が車体に対して固定されている外枠に接続されているので、また請求項3記載の発明によると、電気モータの電機子の外枠は、ボールジョイントを介してサスペンションアームに取り付けられているので、駆動装置全体の構造が簡単で軽量化することができ、したがって電気エネルギーの消費が少なく済む利点が得られる。

30 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

1	ブラシレス直流モータ
3	界磁
10	外枠
11	ボールジョイント
12	サスペンションアーム
21	回転軸
40 22	サンギヤ
23	ブラネタリーギヤ
24	リングギヤ
25	キャリヤ
30	ブレーキドラム
40	車輪のハブ

【図1】

